

Elektronikus Mérőkészülékek Gyára, Esztergom,  
SOTE II. sz. Neurológiai és Pszichiatriai Klinika

Neurológiai mérések az EMG 32434 átlagolóval

Zboróvári József, Marosfi Sándor és Nagy Tibor

Az EEG-technikában a kiváltott potenciálok vizsgálata, objektív oculometriai és audiometriai rendszerek létrehozása egyre inkább igényli a jel-zaj viszont javító átlagoló készülékek alkalmazását. Az átlagolási módszerrel az EEG-jelek zajban eltakart, nem értékelhető részletei kiértékelhetővé válnak.

Az átlagolásra alkalmas készülékek általában speciális számítógépek vagy sokcsatornás analizátorok. Ezek a berendezések nagy kapacitásúak, sok feladat megoldására alkalmasak, de drágák és kezelésük bonyolult. Ennek egyik oka, hogy a programozás software oldalon történik. Az analizátoroknál az átlagolás csak egy a több, általában nukleáris célokat szolgáló programok között. Egyéb szolgáltatásaikat a mindennapos orvosi gyakorlat kihasználni nem tudja. A röviden jellemzett készülékek áruk miatt a gyógyító intézetek számára gyakorlatilag elérhetetlenek. A bonyolult felépítés miatt külön kiképzett kezelő és karbantartó személyzetet igényelnek.

Szükség van egy olyan kis átlagoló berendezkedés kialakítására, mely a következő tulajdonságokkal kell, hogy

rendelkezzék:

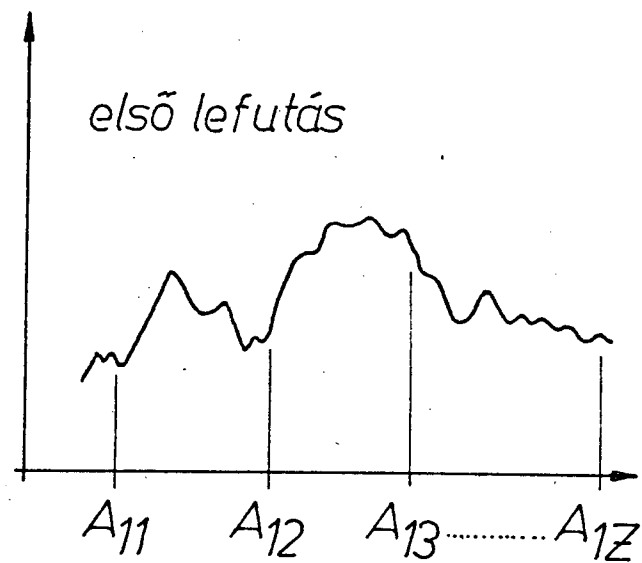
- 1/ legyen egyszerű felépítésű és kezelésű;
- 2/ legyen olcsó;
- 3/ a készülék programozását oldja meg hardware oldalon, software nélkül;
- 4/ legyen két csatornás, ezzel alkalmassá válik két jel egyidejű feldolgozására /pl. szimmetria analízis/;
- 5/ legyen on-line kiképzésű, azaz szolgáltatson azonnal eredményt;
- 6/ illeszthető legyen más, nagyobb adatfeldolgozó rendszerhez;
- 7/ fejlett, korszerű technológiával, nagy megbízhatóságu alkatrészekből készüljön.

A fenti szempontok figyelembevételével fejlesztettük ki az EMG-ben az egyszerű kezelhetőségű, viszonylag olcsó, csak átlagolásra alkalmas célkészüléket.

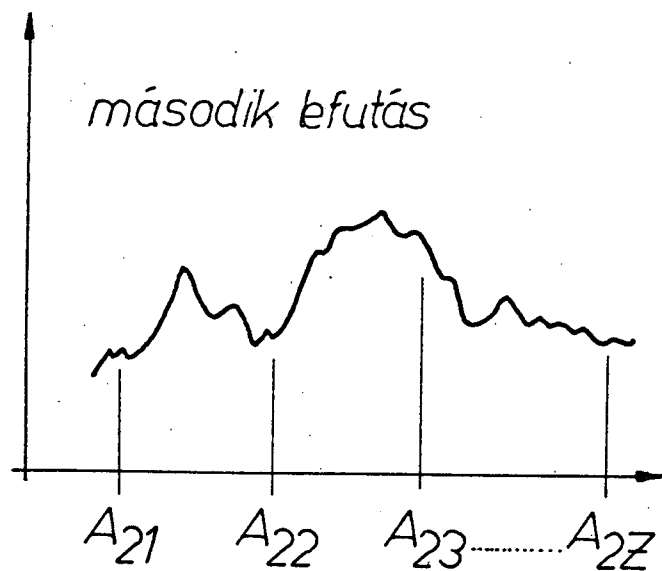
A következőkben ismertetjük a gép működésének lényegét, alkalmazásának lehetőségeit.

A digitális átlagolók bemeneti jelként egy szinkronjelhez képest kötött fázisban lévő jelet kívánnak. Ebből az analóg jelből mintát vesznek és a minták amplitudóját digitális jellé alakítják át. A digitális jel megfelel az adott mintavétel pillanatában a bemeneti jel amplitudójának. Így az analóg jel digitális formába történő átalakítását minden lefutás alkalmával, minden mintavételi pontban el kell végezni.

Az 1. ábrán az átlagolási folyamat első és második lefutását ábrázoltuk, ahol  $A_{11}$  jelenti az első lefutás első mintavételi pontjában az analóg jel amplitudóját. Az  $A_{12}$  az



$$A_1 = \frac{A_{11} + A_{21} + \dots + A_{i1} + \dots + A_{N1}}{N}$$



$$A_2 = \frac{A_{12} + A_{22} + \dots + A_{i2} + \dots + A_{N2}}{N}$$

első lefutás Z-ik mintavételhez tartozó amplitudó stb. Az így nyert digitális jeleket, azaz számokat dolgozza fel az átlagoló adatfeldolgozó része. Ilyenkor az átlagoló az azonos sorszámú mintavételek alkalmával nyert digitális értékekkel /pl.  $A_{11}$ ,  $A_{21}$ , és  $A_{11}$ ,  $A_{12}$  stb./ a következő algoritmust realizálja:

$$A_1 = \frac{1}{N} (A_{11} + A_{21} + \dots + A_{11} + \dots + A_{N1})$$

$$A_2 = \frac{1}{N} (A_{12} + A_{22} + \dots + A_{12} + \dots + A_{N2})$$

ahol  $A_1$  az első,  $A_2$  a második mintavételi ponton nyert átlag-amplitudó, N pedig a lefutások száma.

A jel-zaj viszony statisztikailag bizonyíthatóan  $\sqrt{N}$  értékkel, azaz az ismétlések számának négyzetgyökével javul. Tehát a vizsgált jelenség fáziskötött, ismételt lefuttatásaival az azonos fázisu jelkomponensek lineárisan összeadódnak, miközben a zaj, ami véletlenszerű, nulla felé átlagolódik. Ilyen algoritmus alapján működik az EMG 32434 típusu átlagoló is.

A készüléknek három üzemmódja van:

- 1/ AVERAGE: azaz átlagolási üzemmód, melyben a készülék 101 pontos címirányu felbontással és 1-től 512-ig állítható lefutásszámmal végzi el az átlagolást. A tartalomirányu felbontás 8 bit-es. A "söprési" idő 20 msec - 10 sec között állítható be dekadikusan. Az üzemmód elvégzi a kimenőjel normálását is, azaz a tárban felgyülemlett adatmennyiséget elosztja a lefutások számával. A normálást az teszi szükségessé,

hogy a kimeneti jel amplitudója a lefutások számától függetlenül állandó legyen. A ciklusszámlálón beállított lefutásszám letelte után az átlagoló DISPLAY üzemmódra kapcsol át.

- 2/ DISPLAY: ebben az üzemmódban történik a mérési eredmény ábrázolása. Ekkor a készülék címről-cimre lépkedve folyamatosan szolgáltatja a mérési eredményt az analóg kimeneten.

Ez az analóg kimenet rákapcsolható oszcilloszkópra, XY rekorderre vagy egy EEG csatornára. Az analóg kimeneten a tár pillanatnyi tartalma az átlagolás közben is megkapható.

- 3/ DIGITAL READOUT: adatkiadás, melyben a tár tartalma digitális formában a készülékhez csatlakoztatott sornyomtatóra, szalaglyukasztóra illetve analizátorra adható ki.

Az átlagoló 2 csatornás, azaz önmagában 2 csatorna feldolgozására, átlagolására alkalmas. A kétcsatornás üzemmód nagyon jól alkalmazható szimmetria vizsgálatokra.

Amennyiben a felhasználás folyamán nem elég a 101 pontos cimirányu felbontás, de elegendő az egycsatornás átlagolás, akkor lehetséges a két csatorna sorbakapcsolása, azaz a 202 pontos felbontás. Ez az átalakítás nagyon egyszerűen elvégezhető a készülék hátlapján található PROGRAM PLUG-nak egy másikkal való kicserélésére.

További kényelmi berendezése a készüléknek, hogy egy kalibráló nyomógomb segítségével szükség esetén 2 és 10 V - os kalibráló jelet kapcsolhatunk be a 99. és 100. mintavétel idejére.

A készülékbe épített késleltető áramkör a DELAY kapcsolón beállítható mértékben /5ms - 1 s/ késlelteti a bejövő vagy a kimenő szinkron-jelet, attól függően, hogy elő vagy utókésleltetésre van-e szükségünk. Az egyik esetben lehetőség van a latencia idő mérésére, másik esetben pedig a bemenőjel bármely szakaszának nagy felbontású vizsgálata lehetséges.

Az átlagoló egyszeres lefutásra állításával alkalmas, bármely analóg jelnek digitális jelekké történő átalakítására is.

Ez a lehetőség nagyon jól felhasználható, ha egy analóg jelet valamilyen digitális berendezéssel akarunk feldolgozni, vagy lyukszalagon tárolni.

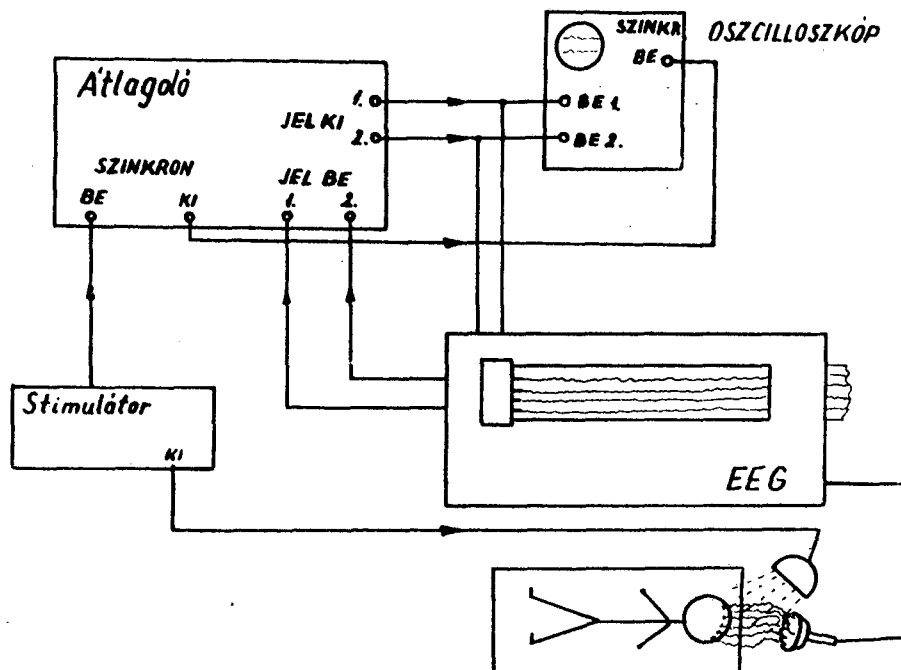
Az átlagoló készülék csatlakoztatható az EMG 31024 sokcsatornás analizátorhoz. Ekkor az átlagoló két csatornájának már feldolgozott, azaz átlagolt eredménye bevihető az analizátor valamelyik társzektorába, további feldolgozás, vagy megjelenítés céljából. Az analizátor segítségével elvégezhető a két átlag összehasonlítása, különbségképzése, összegezése. Az analizátor segítségével az átlagként nyert függvény integrálható, differenciálható és szorozható. Így tehát bonyolult kiegészítő, kiértékelő műveletek elvégzésére is mód nyílik.

Az analizátorral együttműködve képes a készülék 4 csatornás átlagolásra 256 pontos időirányu felbontással.

Az átlagoló készülék ipari mérésekhez is felhasználható. Pl. vibráció analízis.

A 2. ábra a Semmelweis Orvostudományi Egyetem II. sz. Neurológiai és Pszichiatriai klinika EEG-laboratóriumában felállított "on-line" rendszer kiépítését mutatja. A stimulátor egyidejűleg ingerli a pácienszt és indítja az átlag-

Kiváltott potenciál vizsgálata

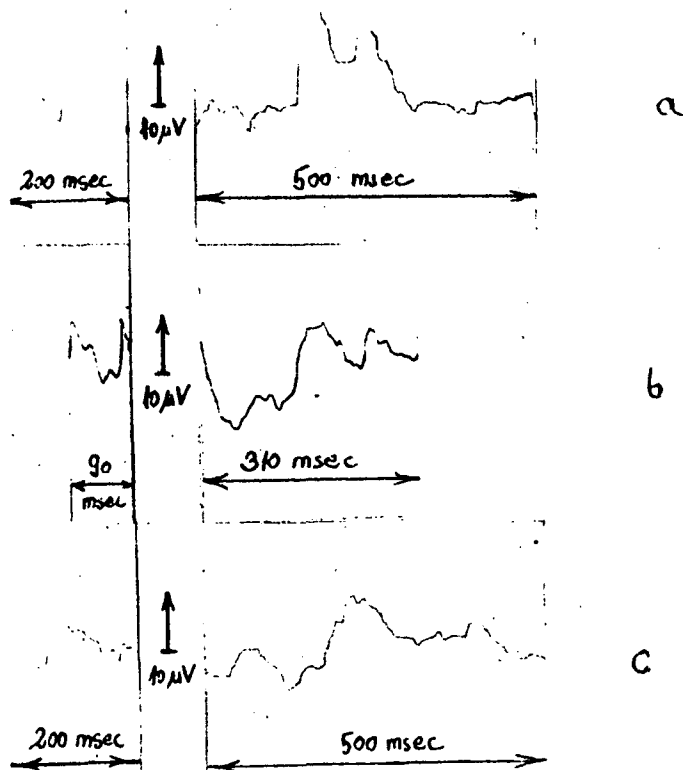


2. ábra

golót. A páciens válaszjelei az EEG-készülékbe jutnak, majd annak feszültség kimenete az átlagolóra kapcsolódik. A beállított lefutásszám letelte után az átlagoló kimenetére kapcsolt oszcilloszkópon vagy EEG-csatornán megjelenik az átlagolt kiváltott potenciál.

Az átlagoló műszer egycsatornás változata kb. egy éve üzemel a Klinika EEG-laboratóriumában. A jelen előadás szerzői és a labor kollektívája a műszer használhatóságáról, a segítségével végzett kutató munka eredményeiről már a szekszárdi EEG kongresszuson több előadásban beszámoltak.

A következőkben néhány ábrát mutatunk be a készülékkel átlagolt vizuális és akusztikus kiváltott potenciálokból.



3. ábra



A 3a. ábra  $O_z - P_z$  EEG-elvezetésben regisztrált vizuális kiváltott potenciált szemléltet, 32-szeres ismétléssel, 200 ill. 500 msec-os lefutási idő mellett.

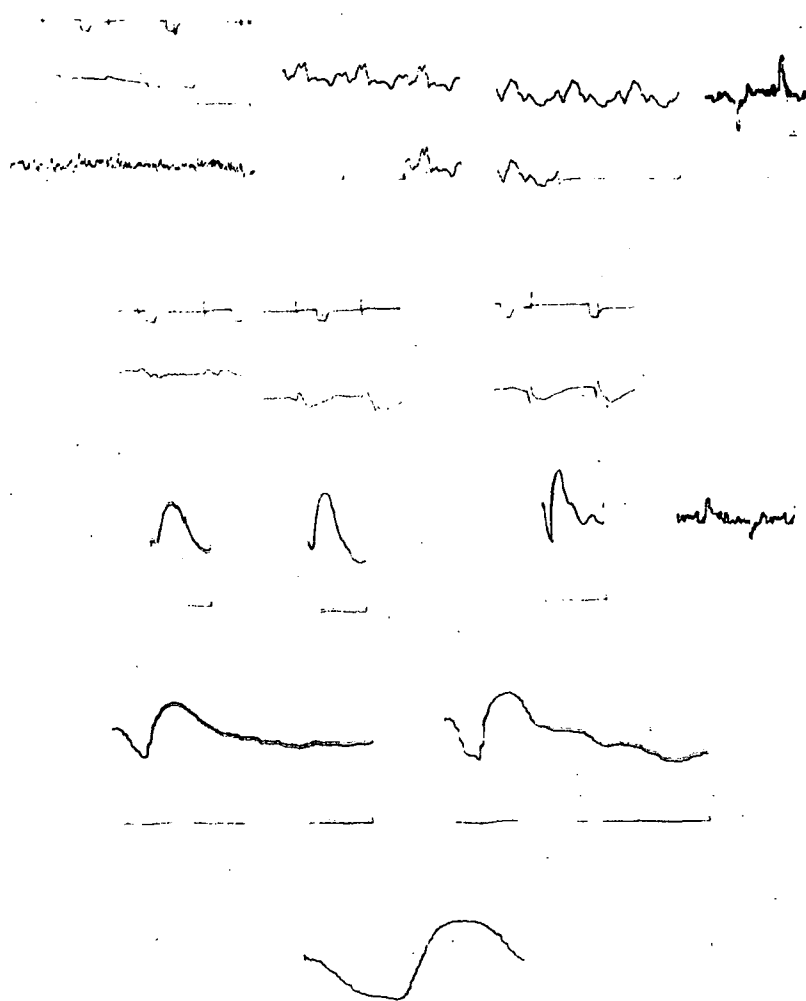
A 3b. ábrarész ugyancsak  $O_z - P_z$  elvezetésben készített VEP-t mutat egy másik betegről. Az ismétlés 32-szeres, a lefutási idők: 90 ill. 310 msec.

A 3c. ábra akusztikus kiváltott potenciált demonstrál  $C_z - T_4$  elvezetésből, az ismétlésszám azonos, a lefutási idők: 200 ill. 500 msec.

Megemlítjük, hogy az akusztikus kiváltott potenciálok az objektív audiometriás vizsgálatok alapjelenségei, így az átlagoló műszer a fülészeti gyakorlatban és kutatómunkában is külön jelentőséggel bír.

Az átlagoló műszer lehetővé tette az orrgyök-retinográfia módszer kidolgozását és alkalmazását, amit a szerzők közül ketten az említett kongresszuson ugyancsak ismertettek. A fény-ingerléssel szinkron jelentkező retinális kiváltott potenciálok a direktirós technikával jól tanulmányozható retinogramot adnak, mely önmagában is hasznos és elterjedt módszer, de mint tudjuk, ehhez az érzéstelenített szaruhártyára kell az elektródát felhelyeznünk. Ez a beteg számára szubjektíve megterhelő, más veszélyeit nem is említve. Az objektív értékelést pedig nagyon sokszor zavarják a szemmozgással kapcsolatos artefactumok. Az orrgyök retinográfia alkalmazásakor az elektródát az orrgyökre helyezzük, a másik elektróda indifferens. Üres szemüvegkeret az elektródát az orrgyökön jól rögzíti, a keret egyéb, a vizsgálatokat kiszélesítő célokra is jól felhasználható. /Szem takarása stb./ A módszer veszélytelen, könnyen tolerálható, nem kooperabilis betegeknél, csecse-

mőknél, gyerekeknél is alkalmazható, lehetővé teszi tömeges szűrővizsgálatok végzését. Különböző színszűrők alkalmazásával a nyert retinogram alakja variabilis, ami további speciális irányu tanulmányozásra ad alkalmat.



4. ábra

A 4. ábrán retinális kiváltott potenciálokat mutatunk be. Az ábra legfelső sorában az EEG csatornára kiírt orrgyök retinogramot és a belőlük nyert átlagolt kiváltott válaszokat mutatjuk be. A következő sorok a hagyományos módszerrel /szaruhártya elvezetéssel/ készült retinális kiváltott potenciálokat szemléltetik beteg és egészséges szemeken, különböző fényerősség alkalmazása mellett átlagolás nélkül és átlagolás után. A söprési idő megfelelő megválasztásával a retinogramok kezdeti szakasza is finoman tanulmányozható. /Legalsó ábrarész./

A hitelesítő jel amplitudója  $10 \mu V$ .

Összefoglalva megállapíthatjuk, hogy a kifejlesztett átlagoló műszer a klinikai rutin és kutató munkában ismertett használhatósági követelményeknek minden szempontból eleget tett. Jelen előadásunk célja a műszer és alkalmazhatóságának rövid bemutatása volt.